

LAMPIRAN D3



PENYEMAKAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN
Proof-reading of Examination Question Paper

Untuk Kegunaan Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan	
Nombor Sampul	
Tarikh Peperiksaan	
Sesi Peperiksaan	PAGI / PETANG

Gunakan satu proforma untuk satu kertas soalan peperiksaan.
Use separate proforma for each Question Paper

Kepada : Ketua Penolong Pendaftar
Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan

SAYA/KAMI TELAH MENYEMAK SALINAN-SALINAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN BERTAIP
YANG DISEBUTKAN DI BAWAH INI :

I/We have checked the typed copies of the Examination Paper stated below :

Kod Kursus : EBP 306/3 Tajuk Kursus : Sifat - Sifat Kejuruteraan Bahan Polimer
Course Code Course Title properties of Polymer Materials Engineering

Jangka Masa Peperiksaan : 3 Jam Bilangan Muka Surat Bertaip : 12 Muka Surat Bilangan Soalan Yang Perlu Dijawab : 5 Soalan
Duration of Examination Hours Number of typed pages Pages Number of questions required to be answered Questions

Soalan-soalan dijawab atas : Questions to be answered in : Sila (✓) Please (✓)	BUKU JAWAPAN Answer Book	OMR OMR Form	JAWAB DALAM KERTAS SOALAN Answer In Question Paper
	✓		

DENGAN INI DISAHKAN BAHAWA KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN INI ADALAH TERATUR, BETUL DAN SEDIA UNTUK DICETAK.

Certified that this question paper is in order, correct and ready for printing.

Nama Pemeriksa : Nazha Othman Tandatangan : Nazha Othman Tarikh : 20/10/2016
Name of Examiner(s) Signature Date
Huruf Besar KAZAINA MAT TAIB
In Block Capitals

Tandatangan dan Cap Rasmi : Prof. Dr. Suhailawati Hussain Tarikh : 11/11/16
DEKAN/PENGARAH Dekan Date
Signature and Official Stamp
Dean/Director P. Peng. Kej. Bahan & Sumber Mineral
Kampus Kejuruteraan

NOTA : Pemeriksa-peperiksaan yang menyediakan kertas soalan peperiksaan adalah bertanggungjawab atas ketepatan isi kandungan kertas soalan peperiksaan berkenaan.
NOTE : Accuracy of the contents of the question paper is the responsibility of the Examiner(s) who set the question paper.

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2016/2017 Academic Session

December 2016 / January 2017

EBP 306/3 – Properties of Polymer Materials Engineering [Sifat-sifat Kejuruteraan Bahan Polimer]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions. THREE questions from PART A and FOUR questions from PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. TIGA soalan di BAHAGIAN A dan EMPAT soalan di BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A and TWO questions from PART B. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[**Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A dan DUA soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] A grade of polypropylene is found to have the following tensile creep compliance when measured at 35 °C:

Suatu gred polipropilena mempamerkan komplians krip bagi tegangan seperti berikut apabila diukur pada 35 °C:

$$J_c(t) = 1.2t^{0.1} \text{ GPa}^{-1}$$

where t is expressed in seconds. The polymer exhibits time-temperature superposition and obeys the Arrhenius equation with an activation enthalpy $\Delta H = 170 \text{ kJ mol}^{-1}$. Given the universal gas constant (R) as $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Predict the tensile creep compliance of this polypropylene at 40 °C.

di mana t diungkapkan dalam saat. Polymer tersebut mempamerkan superposisi masa-suhu and mematuhi persamaan Arrhenius dengan entalpi $\Delta H = 170 \text{ kJ mol}^{-1}$. Diberi pemalar gas universal (R) sebagai $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Ramalkan komplians krip bagi tegangan untuk polipropilena ini pada 40 °C.

(30 marks/markah)

- [b] The polypropylene of 1[a] is subjected to the following stress history at 35°C:

Polipropilena di 1[a] dikenakan sejarah tegasan seperti yang berikut pada 35 °C.

$\sigma = 0$	$t < 0$
$\sigma = 1 \text{ MPa}$	$0 \leq t < 1000 \text{ s}$
$\sigma = 1.5 \text{ MPa}$	$1000 \text{ s} \leq t < 2000 \text{ s}$
$\sigma = 0$	$2000 \text{ s} \leq t$

Calculate tensile strain at the following times t : (i) 1500 s; (ii) 2500 s. Assume the polymer obeys the Boltzmann superposition principal under these conditions.

Kirakan terikan tegangan pada masa t berikut: (i) 1500 s; (ii) 2500 s. Anggapkan pada keadaan ini polimer tersebut mematuhi prinsip superposisi Boltzmann.

(70 marks/markah)

2. [a] A master curve of polyisobutylene indicates that stress relaxes to a modulus of 10 dyn / cm^2 in about 10 h at 25°C . Using the WLF equation,
- (i) Calculate the glass transition temperature (T_g) for polyisobutylene. Given that the modulus at T_g is observed at $2.0 \times 10^{12} \text{ h}$.
 - (ii) Determine the time taken to reach the same modulus at -20°C .

Keluk induk bagi poliisobutilena menunjukkan tegasan mengendur ke suatu modulus 10 dyn / cm^2 dalam tempoh 10 jam pada 25°C . Dengan menggunakan persamaan WLF,

- (i) Kira suhu peralihan kaca untuk poliisobutilena. Pada T_g , modulus tersebut diperhatikan pada $2.0 \times 10^{12} \text{ jam}$.*
- (ii) Tentukan masa yang diperlukan untuk mencapai modulus yang sama pada -20°C .*

(30 marks/markah)

- [b] An elastomeric seal is interposed between a box and its lid to provide waterproofness. Deformation of the seal is maintained constant. The behavior of this elastomer can be represented by a Maxwell model. Calculate modulus (E) and viscosity (η) considering that:

The lid closing system causes a deformation of 5% and the initial reaction pressure is 0.1 MPa.

After 30 days, this reaction pressure has fallen by 10%.

When the pressure reaction becomes equal to 10% of its initial value, waterproofness will not be any more provided. Calculate the duration time after which the seal will fail.

Suatu kedap bahan elastomer diselitkan di antara kotak dan penutupnya agar kotak tersebut kalis air. Ubah bentuk kedap di kekal malar. Kelakuan bahan elastomer ini boleh diwakili oleh model Maxwell. Kirakan modulus (E) dan kelikatan (η) dengan mempertimbangkan:

Sistem penutupan penutup menghasilkan ubah bentuk sebanyak 5% dan tekanan tindak balas mula sebanyak 0.1 MPa.

Selepas 30 hari, tekanan tindak balas telah berkurang 10%.

Apabila tekanan tindak balas adalah sama dengan 10% dari nilai asalnya, sifat kalis air tidak lagi wujud. Kirakan tempoh masa yang mana kedap tersebut rosak.

(40 marks/markah)

- [c] Write your critical comments on the discrepancies between the experimental and theoretical values which can be attributed to the network defects presence in the rubber.

Tuliskan komen kritikal terhadap perbezaan nilai di antara eksperimen dan nilai teori yang disebabkan oleh kehadiran kecacatan rangkaian dalam getah.

(30 marks/markah)

...6/-

3. [a] The natural rubber band has a much higher tear resistance than a similar band made using SBR gum. Explain in terms of molecular structure why this is so.

Gegelang getah asli mempunyai ketahanan pencabikan yang lebih tinggi daripada gelang yang sama yang diperbuat daripada gam SBR. Jelaskan dari segi struktur molekul bagaimana keadaan ini berlaku.

(40 marks/markah)

- [b] A long sheet of carbon fibre reinforced epoxy is 30 mm wide, 5 mm thick and has a sharp crack of 10 mm long placed centrally relative to its width and length. If the critical stress intensity factor for this material is $43 \text{ MN/m}^{-3/2}$, calculate the axial tension would cause the sheet to fracture.

Satu kepingan panjang epoksi diperkukuh gentian karbon dengan lebar 30 mm tebal 5 mm dan mempunyai retak tajam 10 mm diletakkan secara berpusat diantara lebar dan panjangnya. Jika faktor kritikal keamatan tekanan untuk bahan ini adalah $43 \text{ MN / m}^{-3/2}$, hitungkan ketegangan paksi yang akan menyebabkan kepingan tersebut patah.

(60 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] A series of Charpy impact tests on uPVC specimens with a range of crack depths gave the following results;

Satu siri ujian impak Charpy pada spesimen uPVC dengan pelbagai kedalaman retak memberikan keputusan berikut;

Crack length (mm) <i>Panjang rekahan (mm)</i>	1	2	3	4	5	6
Fracture Energy (mJ) <i>Tenaga Patah (mJ)</i>	120	70	50	37	30	26

If the sample dimension is 10 mm x 10 mm and the support width is 40 mm, calculate the fracture toughness of the uPVC if modulus of the uPVC is given as 2 GN/m² with related information is given in Table 1.

Jika dimensi sampel adalah 10 mm x 10 mm dan lebar sokongan adalah 40 mm, kirakan keliatan patah uPVC jika modulus uPVC diberikan sebagai 2 GN / m² dan maklumat berkaitan diberikan dalam Jadual 1.

Table 1 - Charpy calibration factor (\emptyset)

Jadual 1 – Faktor Kalibrasi Charpy (\emptyset)

a/D	\emptyset Values		
	S/D = 4	S/D = 6	S/D = 8
0.06	1.183	1.715	2.220
0.10	0.781	1.112	1.423
0.20	0.468	0.631	0.781
0.30	0.354	0.450	0.538
0.40	0.287	0.345	0.398
0.50	0.233	0.267	0.298
0.60	0.187	0.205	0.222

(70 marks/markah)

...8/-

- [b] What is the main contribution of the theory proposed by Griffith and Inglis in understanding the fracture property of materials? What is the modification needed in order for the theory to predict the fracture behavior of polymers accurately.

Apakah sumbangan utama teori yang dikemukakan oleh Griffith dan Inglis dalam memahami sifat rekahan bahan? Apakah pengubahsuaian yang perlu dilakukan untuk membolehkan teori tersebut memberikan ramalan yang lebih tepat terhadap sifat rekahan polimer.

(30 marks/markah)

5. [a] Typical fracture toughness parameters for a range of materials at 20 °C are given in Table 2. By using these data in Table 2, calculate the crack tip plastic zone in acrylic, ABS and polypropylene.

Parameter keliatan patah yang lazim bagi bahan-bahan pada 20 °C diberikan dalam Jadual 2 berdasarkan data ini, kirakan zon plastik hujung rekahan dalam akrilik, ABS dan polipropilena.

Table 2 - Fracture toughness parameters for a range of materials at 20° C

Jadual 2 – Parameter keliatan patah untuk pelbagai bahan pada 20° C

Materials/ <i>Bahan</i>	G_{1c} (kJ/m ²)	K_{1c} (MN/m ^{3/2})	$\left(\frac{K_{1c}}{\sigma_y} \right)$	Ductility Factor/ <i>Faktor Mulur</i> (in mm) $\left(\frac{K_{1c}}{\sigma_y} \right)^{1/2}$
ABS/ <i>ABS</i>	5	2-4	0.13	17
Acetal/ <i>Asetal</i>	1.2-2	4	0.08	6
Acrylic/ <i>Akrilik</i>	0.35-1.6	0.9-1.6	0.014-0.023	0.2-0.5
Epoxy/ <i>Epoksi</i>	0.1-0.3	0.3-0.5	0.005-0.008	0.02-0.06
Glass reinforced polyester/ <i>Poliester diperkukuh gelas</i>	5-7	5-7	0.12	14
LDPE/ <i>LDPE</i>	6.5	1	0.125	16
MDPE/HDPE/ <i>MDPE/HDPE</i>	3.5-6.5	0.5-5	0.025-0.25	5-100
Nylon 66/ <i>Nilon 66</i>	0.25-4	3	0.06	3.6
Polycarbonate/ <i>Polikarbonat</i>	0.4-5	1-2.6	0.02-0.5	0.4-2.7
Polypropylenecopolymer/ <i>Polipropilina Kopolimer</i>	8	3-4.5	0.15-0.2	22-40
Polystyrene/ <i>Polistirina</i>	0.3-0.8	0.7-1.1	0.02	0.4
uPVC/ <i>uPVC</i>	1.3-1.4	1-4	0.03-0.13	1.1-18
Glass/ <i>Kaca</i>	0.01-0.02	0.75	0.01	0.1
Mild steel/ <i>Besi separa lembut</i>	100	140	0.5	250

(70 marks/*markah*)

... 10/-

- [b] Based on the calculated data in [a], write a comparison on the crack tip plastic zone of those mentioned materials.

Berdasarkan data yang telah dikira dalam [a], tuliskan perbandingan terhadap zon plastik rekahan hujung bahan-bahan yang telah dinyatakan.

(30 marks/markah)

6. [a] Write a short notes on Mooney-Rivlin theory and its application in rubber elasticity.

Tuliskan nota ringkas tentang teori Mooney-Rivlin dan kegunaannya dalam kekenyalan getah.

(40 marks/markah)

- [b] Define the term crazing phenomenology.

Jelaskan definisi terma fenomenologi keretakan halus.

(10 marks/markah)

- [c] With the aid of schematic diagram, discuss the macroscopic mechanism of craze-crack and craze propagation.

Dengan bantuan gambarajah skematik, bincangkan mekanisma makroskopik retak halus-retak dan perambatan retak halus.

(50 marks/markah)

7. [a] (i) You are given a rectangular bar of PMMA in the form of a Single-End-Notch-Bending (SENB) specimen. The specimen contains a central edge crack of length. Calculate the force F required to fracture the bar in SENB with given span length. For this geometry, with $S/W = 80/10 = 8.0$ and specimen geometrical correction factor, Y is given by;

$$Y = 1.11 - 1.55(a/W) + 7.71(a/W)^2 - 13.5(a/w)^3 + 14.2(a/w)^4$$

Detail information of geometry is given as;

Thickness $B = 6 \text{ mm}$

Width $W = 10 \text{ mm}$

Central edge crack length $a = 1 \text{ mm}$

Span length $S = 80 \text{ mm}$

Critical stress intensity factor $K_{IC} = 1.60 \text{ MPa}$

Anda diberikan blok segiempat PMMA dalam bentuk spesimen "Single-End-Notch-Bending (SENB)". Spesimen tersebut mempunyai panjang retak ditengah hujung. Kirakan tenaga yang diperlukan untuk retakkan blok tersebut dalam bentuk SENB dengan panjang span yang diberikan. Untuk geometri ini $S/W = 8.0$ dan faktor pembetulan geometri, Y diberikan sebagai:

$$Y = 1.11 - 1.55(a/W) + 7.71(a/W)^2 - 13.5(a/w)^3 + 14.2(a/w)^4$$

Maklumat terperinci berkenaan geometri diberikan sebagai;

Ketebalan $B = 6 \text{ mm}$

Lebar $W = 10 \text{ mm}$

Panjang retak ditengah hujung $a = 1 \text{ mm}$

Panjang span $S = 80 \text{ mm}$

Kritikal faktor keamatan tegasan $K_{IC} = 1.60 \text{ MPa}$.

(50 marks/markah)

...12/-

- [b] (ii) With given examples such as PS and HDPE, discuss the effect of microstructure on the mechanical properties of polymers.

Dengan contoh yang diberikan seperti PS dan HDPE, bincangkan kesan mikrostruktur terhadap sifat-sifat mekanikal polimer.

(50 marks/markah)

